

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Mai 2001 (25.05.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/37442 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: H04B 1/707, H04L 25/03, 25/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04062

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. November 2000 (16.11.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 55 357.2 17. November 1999 (17.11.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GUSTRAU, Jörg  
[DE/DE]; Bismarckstrasse 94, 10625 Berlin (DE).  
HÖYNCK, Andreas [DE/DE]; Herthaplatz 9, 13156  
Berlin (DE). PURAT, Marcus [DE/DE]; Ferdinandstrasse  
13, 12209 Berlin (DE). KLEIN, Anja [DE/DE]; Pader-  
borner Strasse 8, 10709 Berlin (DE). ULRICH, Thomas  
[DE/DE]; Sandhauser Strasse 109 b, 13505 Berlin (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

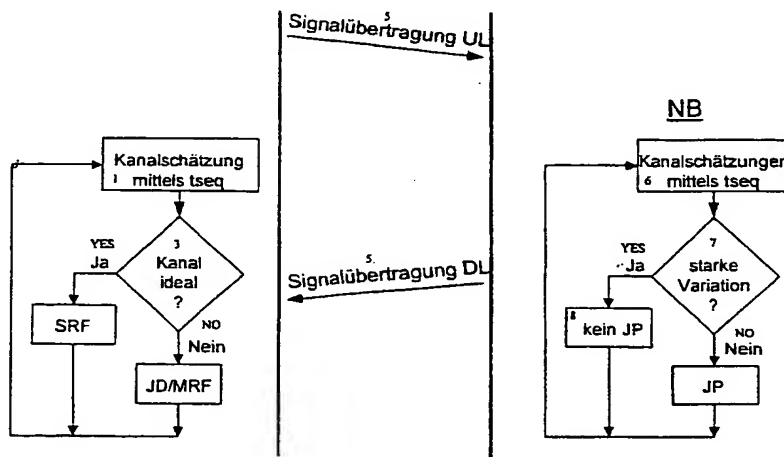
(81) Bestimmungsstaaten (national): AU, BR, CA, CN, JP,  
KR, MX, US, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR SIGNAL TRANSMISSION IN A RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SIGNALÜBERTRAGUNG IN EINEM FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEM



1 CHANNEL ESTIMATION BY MEANS OF tseq  
3 CHANNEL IDEAL?  
5 SIGNAL TRANSMISSION  
6 CHANNEL ESTIMATIONS BY MEANS OF tseq  
7 STRONG VARIATIONS?  
8 NO JP

(57) Abstract: The invention relates to a radio communication system that uses a TD/CDMA subscriber separation method and whose radio interface is organized according to a TDD method. The signals transmitted uplink from a subscriber station are evaluated by a base station in a channel estimation step. The base station then predistorts the data and a training sequence of a burst to be transmitted to the subscriber station in the downlink direction. The subscriber station chooses a receiving method suitable for the receipt of the data elements on the basis of a channel impulse response of the known training sequence.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/37442 A1

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Erfindungsgemäß wird basierend auf einem Funk-Kommunikationssystem, das ein TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt und dessen Funkschnittstelle gemäß einem TDD-Verfahren organisiert ist, von einer Basisstation eine Kanalschätzung von in Aufwärtsrichtung von einer Teilnehmerstation gesendeten Signalen durchgeführt. Anschließend führt die Basisstation eine Vorverzerrung von Daten und einer Trainingssequenz eines in Abwärtsrichtung zu der Teilnehmerstation zu sendenden Funkblocks durch. Von der Teilnehmerstation wird abhängig von einer Kanalimpulsantwort der bekannten Trainingssequenz ein für den Empfang der Datenteile geeignetes Empfangsverfahren ausgewählt.

## Beschreibung

Verfahren zur Signalübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Signalübertragung sowie eine Basisstation und eine Teilnehmerstation eines Funk-Kommunikationssystems, insbesondere eines Mobilfunksystems, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

10

In Funk-Kommunikationssystemen werden Informationen wie beispielsweise Sprache, Bildinformationen oder andere Daten, mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen einer sendenden und einer empfangenden Mobilstation, wie beispielsweise einer Basisstation bzw. einer Mobilstation für den Fall eines Mobilfunksystems, übertragen. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Beim GSM-Mobilfunksystem (Global System for Mobile Communication) liegen die Trägerfrequenzen im Bereich von 900 MHz, 1800 MHz und 1900 MHz. Für zukünftige Mobilfunksysteme mit CDMA- und TD/CDMA-Übertragungsverfahren über die Funkschnittstelle, wie beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere Systeme der 3. Generation sind Trägerfrequenzen im Bereich von ca. 2000 MHz vorgesehen. Für das erwähnte UMTS-Mobilfunksystem wird zwischen einem sogenannten FDD-Modus (Frequency Division Duplex) und einem TDD-Modus (Time Division Duplex) unterschieden. Der TDD-Modus zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß ein gemeinsames Frequenzband sowohl für die Signalübertragung in Aufwärtsrichtung (UL - Uplink) als auch in Abwärtsrichtung (DL - Downlink) genutzt wird, während der FDD-Modus für die Übertragungsrichtungen ein jeweiliges Frequenzband nutzt.

35

Für den TDD-Modus wird in dem Dokument von Bosch „Joint Predistortion: a Proposal to allow for Low Cost UMTS TDD Mode Terminals“, Tdoc SMG2 UMTS-L1 82/98, ETSI SMG2 UMTS L1, Paris, 28 April 1998, vorgeschlagen, ein Verfahren zu gemeinsamen Vorverzerrung (JP - Joint Predistortion) zu verwenden. Dieses Verfahren basiert auf dem Prinzip, daß anstelle einer teilnehmerseitigen Entzerrung von in Abwärtsrichtung gesendeten Signalen die Komplexität der Entzerrung in die Basisstation verlegt wird, in der eine Vorverzerrung der Daten von zu sendenden Funkblöcken vorgenommen wird. Aufgrund einer angenommenen Reziprozität der Kanaleigenschaften bei der Übertragung in Aufwärtsrichtung und Abwärtsrichtung - die Übertragung erfolgt beim TDD-Modus zeitlich getrennt in einem gemeinsamen Frequenzband - werden die Signale in der Basisstation derart vorverzerrt, daß die Teilnehmerstation ideale Kanaleigenschaften erfährt. Durch dieses Verfahren kann in der Basisstation sowohl die sogenannte Intersymbol Interferenz (ISI - Inter Symbol Interference) als auch die durch einen multiplen Zugriff verursachte Interferenz (MAI - Multiple Access Interference) entfernt werden.

Der Vorteil des JP-Verfahrens gegenüber dem bekannten Joint-Detection-Verfahren (JD - Joint Detection - gemeinsame Detektion) oder dem Mehr-Finger-Rake-Empfänger (MRF - Multi Rake Finger) zur Detektion liegt in einer deutlich geringeren Komplexität der Empfangsalgorithmen durch die Tatsache, daß beispielsweise ein Ein-Finger-Rake-Empfänger (SRF - Single Rake Finger) zur Datendetektion ausreichend ist, welches eine Energieersparnis in der Teilnehmerstation ermöglicht. Nachteiligerweise ist dieses Verfahren jedoch nur bis zu einer bestimmten maximalen Geschwindigkeit - angenommen werden maximal 40 km/h - der Teilnehmerstation einsetzbar, da sich bei höheren Geschwindigkeiten die Kanaleigenschaften in dem zeitlichen Abstand zwischen der Signalübertragung in Aufwärtsrichtung und Abwärtsrichtung bzw. zwischen mehreren Sig-

nalübertragungen in Aufwärtsrichtung stark ändern können. Erfolgt eine derart starke Veränderung der Kanaleigenschaften, so kann das JP-Verfahren aufgrund einer fehlerhaft angenommenen Reziprozität die Vorverzerrung nicht ausreichend schnell nachführen und es kommt zu einer deutlichen Verschlechterung der Empfangsqualität in der Teilnehmerstation.

Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, daß bei einer Überschreitung einer bestimmten Geschwindigkeit der Teilnehmerstation, die durch sich ändernde Kanaleigenschaften gekennzeichnet ist, das JP-Verfahren ausgeschaltet wird und die Teilnehmerstation nachfolgend den Empfang der Daten mittels eines Joint-Detection- oder Mehr-Finger-Rake-Empfängers durchführt. Das Verwenden oder nicht des JP-Verfahrens muß der Teilnehmerstation von der Basisstation über höhere Übertragungsschichten gemäß dem standardisierten ISO-OSI-Schichtenmodell signalisiert werden. Eine derartige Signalisierung birgt neben einer bestimmten Verzögerung der Signalisierung - ein Wechsel des Empfangsverfahrens sollte möglichst auf Zeitrahmenbasis möglich sein - das Problem, daß die Teilnehmerstation gegebenenfalls nicht mehr in der Lage ist, die zu ihr gesendeten Signale zu detektieren, da sie weiterhin von idealen Kanalverhältnissen ohne notwendige Entzerrung ausgeht, und die Verbindung abbricht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren, eine Basisstation und eine Teilnehmerstation eines Funk-Kommunikationssystems anzugeben, die eine effiziente Nutzung des beschriebenen Joint-Predistortion-Verfahrens ermöglichen. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren, die Basisstation sowie durch die Teilnehmerstation gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Erfindungsgemäß wird basierend auf einem Funk-Kommunikations-  
system, das ein TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt  
und dessen Funkschnittstelle gemäß einem TDD-Verfahren orga-  
nisiert ist, von einer Basisstation eine Kanalschätzung von  
5 in Aufwärtsrichtung von einer Teilnehmerstation gesendeten  
Signalen durchgeführt. Anschließend führt die Basisstation  
eine Vorverzerrung von Daten und einer Trainingssequenz eines  
in Abwärtsrichtung zu der Teilnehmerstation zu sendenden  
Funkblocks durch. Von der Teilnehmerstation wird abhängig von  
10 einer Kanalimpulsantwort der bekannten Trainingssequenz ein  
für den Empfang der Daten geeignetes Empfangsverfahren ausge-  
wählt.

Die erfindungsgemäße Realisierung ermöglicht vorteilhaft, daß  
15 die Teilnehmerstation aufgrund der ermittelten Kanalim-  
pulsantwort eine selbstständige Entscheidung über den zu ver-  
wendenden Empfangsalgorithmus treffen kann, ohne daß ihr die-  
ses wie beim beschriebenen Stand der Technik über höhere  
Übertragungsschichten signalisiert werden muß. Hierdurch wird  
20 eine konstant hohe Übertragungsqualität sichergestellt. Die  
autonome Entscheidungsfähigkeit basiert auf der Kenntnis der  
Trainingssequenz, die von der Basisstation in gleicher Weise  
wie die Daten des Funkblocks vorverzerrt wird, währenddessen  
in dem Stand der Technik nur eine Vorverzerrung der Daten  
25 vorgesehen wurde, und aus der die Teilnehmerstation eine in  
der Basisstation durchgeführte Vorverzerrung erkennen kann.

In einer Kanalschätzeinrichtung der Teilnehmerstation wird  
die Kanalimpulsantwort aus der empfangenen Trainingssequenz -  
30 ermittelt. Bei einer genauen Vorverzerrung durch die Basis-  
station, d.h. bei einer angenommenen Reziprozität zwischen  
den Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle in Auf-  
und Abwärtsrichtung, erscheint an der Empfangseinrichtung der  
Teilnehmerstation eine unverzerrte Trainingssequenz. Die an-  
35 schließende Korrelation dieser unverzerrten Trainingssequenz

- mit der idealen Trainingssequenz führt zu einer einem Deltaimpuls entsprechenden Kanalimpulsantwort. Erkennt die Teilnehmerstation, daß der reale Übertragungskanal eine derartige Impulsantwort besitzt, so kann sie den Empfang der Daten des Funkblocks vorteilhaft beispielsweise mittels eines Ein-Finger-Rake-Empfängers durchführen. Dieser Empfängertyp ermöglicht, wie einleitend erläutert, aufgrund einer geringeren Rechenkomplexität im Vergleich zu einem Joint-Detection- oder Multi-Finger-Rake-Empfänger einen geringeren Energieverbrauch der Teilnehmerstation, welches insbesondere bei mobilen Teilnehmerstationen zu einer vorteilhaften Verlängerung der Betriebszeit führt. Erkennt die Teilnehmerstation jedoch, daß die ermittelte Kanalimpulsantwort nicht einem Deltaimpuls entspricht, beispielsweise wenn die Basisstation keine oder eine fehlerbehaftete Vorverzerrung durchführt, die Trainingssequenz also verzerrt an der Empfangseinrichtung erscheint, so wird der Joint-Detection- bzw. Multi-Finger-Rake-Empfänger zum Empfangen der Daten gewählt.
- Die Basisstation führt gemäß Weiterbildungen der Erfindungen eine Vorverzerrung, beispielsweise entsprechend dem einleitend beschriebenen Joint-Predistortion-Verfahren, abhängig von einer ermittelten Variation der Kanaleigenschaften durch. Die von Zeitrahmen zu Zeitrahmen sich verändernden Eigenschaften werden durch eine jeweilige Kanalschätzung der Aufwärtsrichtung von der Teilnehmerstation gesendeten Signale ermittelt. Von der Basisstation wird das Joint-Predistortion-Verfahren vorteilhaft durchgeführt, wenn beispielsweise mehrere sukzessive Kanalschätzungen ergeben haben, daß sich die Teilnehmerstation(en) in einem jeweiligen Zeitschlitz eines Zeitrahmens nicht oder nur mit einer geringen Geschwindigkeit bewegt(en). Ist diese Bedingung erfüllt, kann aus den ermittelten Übertragungseigenschaften für die Aufwärtsrichtung direkt auf die Übertragungseigenschaften für die Abwärtsrich-

tung geschlossen werden. Es existiert eine Reziprozität zwischen den beiden Übertragungsrichtungen.

Bei dem Joint-Predistortion-Verfahren werden die der Teilnehmerstation bekannte Trainingssequenz sowie die unbekannten Daten in gleicher Weise verzerrt, um die reale Kanalimpulsantwort zu kompensieren. Die Quasi-Reihenschaltung einer Vorverzerrung und eines verzerrenden realen Übertragungskanals ergibt ein ideales Übertragungssystem.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren und die damit zusammenwirkenden Komponenten des Funk-Kommunikationssystems werden nun anhand von zeichnerischen Darstellungen näher erläutert. Dabei zeigen

15

FIG 1 ein Blockschaltbild eines Funk-Kommunikationssystems, insbesondere eines Mobilfunksystems,

FIG 2 eine beispielhafte schematische Darstellung der Rahmenstruktur der Funkschnittstelle und des Aufbaus eines Funkblocks,

20

FIG 3 ein Blockschaltbild einer Sendeeinrichtung,

FIG 4 ein Blockschaltbild einer Empfangseinrichtung, und

25

FIG 5 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die FIG 1 zeigt einen Teil eines Mobilfunksystems als Beispiel für die Struktur eines Funk-Kommunikationssystems. Ein Mobilfunksystem besteht jeweils aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC (Mobile Switching Center), die zu einem Vermittlungsnetz (Switching Subsystem) gehören und untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen, und aus jeweils einem oder mehreren mit diesen

30  
35



Mobilvermittlungsstellen MSC verbundenen Basisstationssystemen BSS (Base Station Subsystem). Ein Basisstationssystem BSS weist wiederum zumindest eine Einrichtung RNC (Radio Network Controller) zum Zuweisen von funktechnischen Ressourcen sowie  
5 zumindest eine jeweils damit verbundene Basisstation NB (Node B) auf.

Eine Basisstation NB kann über eine Funkschnittstelle Verbindungen zu Teilnehmerstationen UE (User Equipment) aufbauen  
10 und unterhalten. Durch jede Basisstation NB wird zumindest eine Funkzelle Z gebildet. Die Größe der Funkzelle Z wird in der Regel durch die Reichweite eines Organisationskanals (BCCH - Broadcast Control Channel), der von den Basisstationen NB mit einer jeweils höheren und konstanten Sendeleistung  
15 gesendet wird, bestimmt. Bei einer Sektorisierung oder bei hierarchischen Zellstrukturen können pro Basisstation NB auch mehrere Funkzellen Z versorgt werden.

Das Beispiel der FIG 1 zeigt eine Teilnehmerstation UE, die  
20 sich in der Funkzelle Z einer Basisstation NB befindet und sich mit einer Geschwindigkeit V bewegt. Die Teilnehmerstation UE hat eine Kommunikationsverbindung zu der Basisstation NB aufgebaut, auf der in Aufwärts- UL und Abwärtsrichtung DL eine Signalübertragung eines gewählten Dienstes erfolgt. Die  
25 Kommunikationsverbindung wird durch einen oder mehrere der Teilnehmerstation UE zugeteilte Spreizcodes von parallel in der Funkzelle Z aufgebauten Kommunikationsverbindungen separiert, wobei die Teilnehmerstation UE beispielsweise alle jeweils aktuell in der Funkzelle Z zugeteilten Spreizcodes für  
30 den Empfang der Signale der eigenen Kommunikationsverbindung gemäß dem bekannten Joint-Detection-Verfahren nutzt.

Eine beispielhafte Rahmenstruktur der Funkschnittstelle, wie sie in dem TDD-Modus des zukünftigen Mobilfunksystem der  
35 dritten Generation UMTS (Universal Mobile Telecommunications

System) sowie in abgewandelter Form in dem zukünftigen chinesischen TD-SCDMA-Mobilfunksystem verwirklicht wird, ist aus der FIG 2 ersichtlich. Gemäß einer TDMA-Komponente ist eine Aufteilung eines breitbandigen Frequenzbandes, beispielsweise der Bandbreite  $B = 5$  MHz, in mehrere Zeitschlitzte  $ts$ , beispielsweise 16 Zeitschlitzte  $ts_0$  bis  $ts_{15}$  vorgesehen. Jeder Zeitschlitz  $ts$  innerhalb des Frequenzbandes  $B$  bildet einen Frequenzkanal. Innerhalb eines breitbandigen Frequenzbandes  $B$  werden die aufeinanderfolgenden Zeitschlitzte  $ts$  nach einer Rahmenstruktur gegliedert. So werden 16 Zeitschlitzte  $ts_0$  bis  $ts_{15}$  zu einem Zeitrahmen  $fr$  zusammengefaßt. Mehrere nachfolgende Zeitrahmen  $fr$  ergeben einen Mehrfachrahmen.

Bei einer Nutzung eines TDD-Übertragungsverfahrens wird ein Teil der Zeitschlitzte  $ts_0$  bis  $ts_{15}$  in Aufwärtsrichtung UL und ein Teil der Zeitschlitzte  $ts_0$  bis  $ts_{15}$  in Abwärtsrichtung DL genutzt, wobei die Übertragung in Aufwärtsrichtung UL beispielsweise vor der Übertragung in Abwärtsrichtung DL erfolgt. Dazwischen liegt ein Umschaltzeitpunkt SP (SP - Switching Point), der entsprechend dem jeweiligen Bedarf an Übertragungskanälen für die Auf- und Abwärtsrichtung flexibel positioniert werden kann. Durch die variable Zuordnung der Zeitschlitzte  $ts$  für Auf- oder Abwärtsrichtung UL, DL können vielfältige asymmetrische Ressourcenzuteilungen vorgenommen werden.

Innerhalb der Zeitschlitzte  $ts$  werden Informationen mehrerer Verbindungen in Funkblöcken  $fb$  übertragen. Die Daten  $d$  sind verbindungsindividuell mit einer Feinstruktur, einem Spreizkode  $c$ , gespreizt, so daß empfangsseitig eine Anzahl von Verbindungen durch diese CDMA-Komponente (code division multiple access) separierbar sind. Aus der Kombination aus einem Frequenzkanal und einem Spreizkode  $c$  wird ein Übertragungskanal definiert, der für die Übertragung von Signalisierungs- und Nutzinformationen genutzt werden kann. Die Spreizung von ein-

zelnen Symbolen der Daten  $d$  bewirkt, daß innerhalb der Symboldauer  $T_{\text{sym}}$   $Q$  Chips der Dauer  $T_{\text{chip}}$  übertragen werden. Die  $Q$  Chips bilden dabei den verbindungsindividuellen Spreizkode  $c$ . In den Funkblöcken  $fb$  ist weiterhin eine in der Regel verbindungsindividuelle Trainingssequenz  $tseq1...$  angeordnet, die einer empfangsseitigen Kanalschätzung dient. Weiterhin ist innerhalb des Zeitschlitzes  $ts$  eine Schutzzeit  $gp$  zur Kompensation unterschiedlicher Signallaufzeiten der Verbindungen aufeinanderfolgender Zeitschlitzes  $ts$  vorgesehen.

10

Die nachfolgend beschriebenen Beispiele zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahren sind nicht auf die beispielhaft angegebene Funkschnittstellenstruktur gemäß der FIG 2 beschränkt. In gleicher Weise kann das Verfahren vorteilhaft in dem bereits erwähnten chinesischen TD-SCDMA-Mobilfunksystem (Time Division Synchronised Code Division Multiple Access), bei dem die Signalübertragung in Aufwärtsrichtung UL synchronisiert erfolgt, und dessen Struktur der Funkschnittstelle in einigen Punkten von dem erläuterten TDD-Modus des UMTS-Systems abweicht, verwirklicht werden.

20

Bei einem CDMA-Übertragungsverfahren kommt eine Senderstruktur nach Fig 3 zu Einsatz. Über die Funkschnittstelle sollen  $K$  Datenströme übertragen werden. Es wird eine Kanalkodierung, eine Verwürfelung (interleaving), eine Modulation und eine Spreizung (spreading) der Daten durchgeführt. Die Spreizung wird mit individuellen Spreizcodes  $c1..cK$  ausgeführt, die eine Unterscheidung von Teilnehmersignalen innerhalb des Signalgemischs zuläßt. Anschließend werden die einzelnen Teilnehmersignale aufsummiert und mit dem Summensignal ein Funkblock gebildet. Die Funkblockbildung bezieht sich vor allem auf ein Übertragungssystem mit "burstartigem" Senden. Zum kontinuierlichen Senden, wie im W-CDMA-Betrieb, werden innerhalb der Funkblockbildung die Daten eines Zeitschlitzes (slot) zusammengestellt. Daraufhin wird das Signal in einem

35

Chipimpulsfilter gefiltert und in einem D/A-Wandler in ein analoges Signal umgewandelt, das verstärkt und über Antennen AT abgestrahlt werden kann.

- 5 Die korrespondierende Struktur einer Empfangseinrichtung ist aus Fig 4 ersichtlich. Nachdem die Signale bei der empfangenden Funkstation über eine Antenne empfangen, anschließend verstärkt und ins Basisband umgewandelt wurden, findet eine Abtastung des Empfangssignals und eine A/D-Wandlung statt, so  
10 daß das Empfangssignal einem digitalen Tiefpaß zugeführt werden kann. Das digitalisierte Signal wird nun parallel einem Kanalschätzer KS und einer Detektionseinrichtung DE zugeführt. Dabei wird für die folgende Betrachtung angenommen, daß das Empfangssignal in Form einer Empfangsmatrix  $e$  vor-  
15 liegt, wobei

$$e = A \cdot d + n \text{ gilt.}$$

- A beschreibt eine Systemmatrix,  $d$  gibt die zu detektierenden  
20 Daten in Matrixform an und  $n$  ist eine den Rauschanteil enthaltende Matrix.

- Im Kanalschätzer KS werden Trainingssequenzen, die im Empfangssignal verzerrt vorhanden sind, mit im Empfänger vorlie-  
25 genden unverzerrten Trainingssequenzen verglichen und aus dem Vergleich Kanalimpulsantworten bestimmt, die teilnehmerindividuell den Übertragungskanal beschreiben. Mit Hilfe der Kanalimpulsantworten wird die Systemmatrix  $A$  aufgestellt. Die Systemmatrix  $A$  enthält auf die individuellen Kanalimpuls-  
30 worten bezogene Werte, die auch als kombinierte Kanalimpulsantwort bezeichnet werden. Die kombinierte Kanalimpulsantwort entsteht durch eine Faltung des Spreizcodes  $c$  mit der zugehörigen Kanalimpulsantwort individuell für jedes Teilnehmersignal.

Beim einen Rake-Empfänger wird mathematisch gesehen auch mit einer Systemmatrix  $A$  gearbeitet. Hier sind in den Kanalimpulsantworten nur bestimmte, den Fingern des Rake-Empfängers entsprechende, Pfade berücksichtigt. Dies läßt sich auch auf  
5 auf dem Rake-Empfänger basierende Mehrnutzerdetektion verallgemeinern.

Die Struktur der Sende- und Empfangseinrichtung läßt sich in gleicher Weise in den Teilnehmerstationen UE verwirklichen,  
10 wobei nur jeweils ein Datenstrom-Zweig berücksichtigt wird.

In der FIG 5 ist beispielhaft ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Bei einer aufgebauten Kommunikationsverbindung erfolgt von der Teilnehmerstation UE entsprechend dem zugewiesenen Zeitschlitz  $t_s$   
15 innerhalb eines Zeitrahmens  $t_r$  eine Signalübertragung in Funkblöcken  $fb$ . Die Funkblöcke  $fb$  bestehen, wie vorangehend beschrieben, aus Daten  $d$  und zumindest einer Trainingssequenz  $t_{seq}$ . Diese Trainingssequenz  $t_{seq}$  wird in der Basisstation NB  
20 zur Kanalschätzung verwendet, wobei die Kanalschätzung zur Nachbildung der realen Übertragungsverhältnisse auf der Funkchnittstelle zwischen der Teilnehmerstation UE und der Basisstation NB dient. Durch eine Auswertung mehrerer aufeinanderfolgender Kanalschätzungen kann die Basisstation NB eine  
25 Variation der Übertragungseigenschaften feststellen, wobei sich die Übertragungseigenschaften in der Regel abhängig von der Geschwindigkeit  $V$  der Teilnehmerstation UE ändern, bzw. aus einer Veränderung der Eigenschaften Rückschlüsse auf eine bestimmte Geschwindigkeit  $V$  der Teilnehmerstation UE gezogen  
30 werden können.

Stellt die Basisstation NB fest, daß sich die Übertragungseigenschaften nur wenig ändern, d.h. sich die Teilnehmerstation UE nur mit einer geringen Geschwindigkeit  $V$  oder garnicht bewegt, so führt sie für die Signalübertragung in Abwärtsrich-  
35

tung DL zu der Teilnehmerstation UE eine Vorverzerrung entsprechend einem Joint-Predistortion-Verfahren JP durch. Variieren die bestimmten Übertragungseigenschaften jedoch stark, beispielsweise durch eine hohe Geschwindigkeit V der Teilnehmerstation UE, so führt die Basisstation NB keine Vorverzerrung mehr durch, da eine genaue Nachführung der Vorverzerrung nicht mehr möglich ist und kein „idealer Kanal“ am Ort der Teilnehmerstation UE sichergestellt werden kann. Dieses erfolgt auch, wenn nur eine der von der Basisstation NB versorgten Teilnehmerstationen eine starke Variation hervorruft.

Die Entscheidung, ob eine Vorverzerrung durchgeführt wird oder nicht, kann beispielsweise durch einen Vergleich der ermittelten Variation der Übertragungseigenschaften mit einem bestimmten Schwellenwert erfolgen, wobei ein Überschreiten des Schwellenwertes zu einem Abschalten bzw. ein Unterschreiten des Schwellenwertes zu einem Einschalten des Joint-Predistortion-Verfahrens JP führt. Ein Abschalten des JP-Verfahrens ab einer bestimmten Variation ist jedoch keine Bedingung für die vorteilhafte Wirkung des Verfahrens. So kann ein Abschalten beispielsweise auch erst erfolgen, wenn die Basisstation NB feststellt, daß ein fehlerhaft vorverzerrter Kanal ungünstiger als ein nicht vorverzerrter Kanal auf die Empfangsqualität der Teilnehmerstation UE wirkt.

In der Teilnehmerstation UE wird in gleicher Weise die apriori bekannte Trainingssequenz tseq in den Funkblöcken fb für eine Kanalschätzung verwendet. Wird aufgrund einer festgestellten Reziprozität der Übertragungseigenschaften für die beiden Übertragungsrichtungen UL, DL in der Basisstation NB das Joint-Predistortion-Verfahren JP durchgeführt, so erscheint an der Empfangseinrichtung der Teilnehmerstation UE die unverzerrte Trainingssequenz tseq, da die Vorverzerrung mittels des JP-Verfahrens derart berechnet wurde, daß die Kanalimpulsantwort zu einem Deltaimpuls wird. Ist dieses der

Fall, so wird ein sogenannter idealer Kanal angenommen und ein Ein-Finger-Rake-Empfänger SRF mit den bekannten Vorteilen für die Detektion der Daten  $d$  des Funkblocks  $fb$  verwendet. Ergibt dagegen die Kanalschätzung in der Teilnehmerstation

5 eine Verzerrung der Trainingssequenz  $t_{seq}$ , so wird von der Teilnehmerstation UE geschlußfolgert, daß ein Multi-Finger-Rake-Empfänger MRF oder ein Joint-Detection-Empfänger JD für den Empfang der Daten  $d$  erforderlich ist. Dieses kann auch

10 der Fall sein, wenn von der Basisstation NB noch das JP-Verfahren durchgeführt wird, es aufgrund einer erhöhten Geschwindigkeit  $V$  oder Übertragungsstörungen jedoch trotzdem zu Verzerrungen kommt und kein idealer Kanal mehr vorliegt. Nä-

hert sich die Kanalimpulsantwort nachfolgend wiederum einem Deltaimpuls, so verwendet die Teilnehmerstation UE wie be-

15 schrieben einen Ein-Finger-Rake-Empfänger SRF.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Signalübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem, das ein TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt, wobei die Signalübertragung auf einer Funkschnittstelle zwischen einer Basisstationen (NB) und zumindest einer Teilnehmerstation (UE) gemäß einem TDD-Verfahren durchgeführt wird, bei dem
- von der Basisstation (NB) eine Kanalschätzung von in Aufwärtsrichtung (UL) von der Teilnehmerstation (UE) gesendeten Signalen und eine Vorverzerrung (JP) von Daten (d) und einer Trainingssequenz (tseq) eines nachfolgend in Abwärtsrichtung (DL) zu der zumindest einen Teilnehmerstation (UE) zu sendenden Funkblocks (fb) durchgeführt wird, und
- von der zumindest einen Teilnehmerstation (UE) abhängig von einer Kanalimpulsantwort der bekannten Trainingssequenz (tseq) ein für den Empfang der Daten (d) geeignetes Empfangsverfahren (SRF, JD, MRF) ausgewählt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem
- von der zumindest einen Teilnehmerstation (UE) als Empfangsverfahren ein Joint-Detection-Verfahren (JD), ein Ein-Finger-Rake-Verfahren (SRF) oder ein Multi-Finger-Rake-Verfahren (MRF) verwendet wird.
3. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem
- von der Basisstation (NB) abhängig von einer mittels der Kanalschätzung bestimmten Variation der Kanaleigenschaften eine Vorverzerrung (JP) durchgeführt wird oder nicht.
4. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem
- von der Basisstation (NB) abhängig von einer ermittelten Geschwindigkeit (V) der Teilnehmerstation (UE) die Vorverzerrung (JP) durchgeführt wird oder nicht.

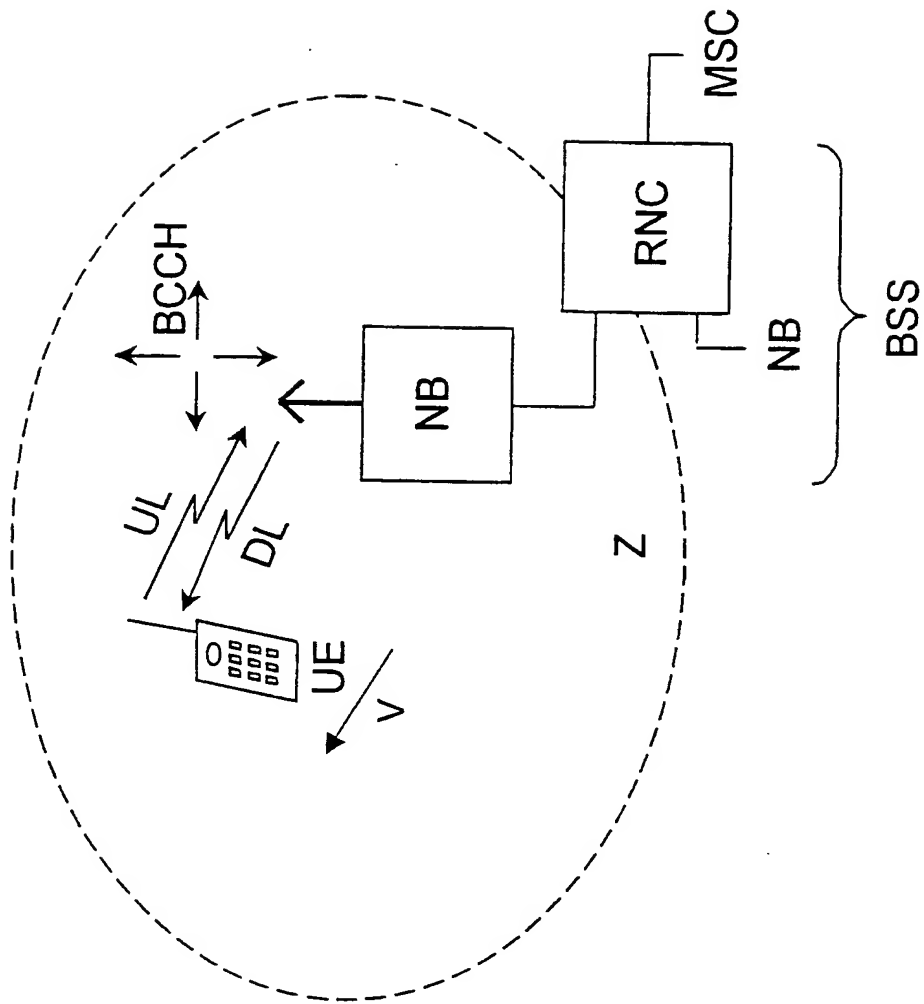


5. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, bei dem von der Basisstation (NB) zur Vorverzerrung ein Joint-Predistortion-Verfahren (JP) durchgeführt wird, wobei die Funkblöcke (fb) aller durch die Basisstation (NB) versorgten aktiven Teilnehmerstationen (UE) gemeinsam vorverzerrt werden.

6. Basisstation (NB) eines Funk-Kommunikationssystems, das ein TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt und bei dem eine Signalübertragung auf einer Funkschnittstelle zwischen der Basisstationen (NB) und zumindest einer Teilnehmerstation (UE) gemäß einem TDD-Verfahren erfolgt, mit zumindest einer Kanalschätzeinrichtung (KS) zur Ermittlung von Übertragungseigenschaften der Funkschnittstelle anhand von in Aufwärtsrichtung (UL) gesendeter Signale zumindest einer Teilnehmerstation (UE), und zumindest einer Modulationseinrichtung (Modulator) für eine Vorverzerrung (JP) von Daten (d) und einer Trainingssequenz (tseq) eines nachfolgend in Abwärtsrichtung (DL) zu der zumindest einen Teilnehmerstation (UE) zu sendenden Funkblocks (fb).

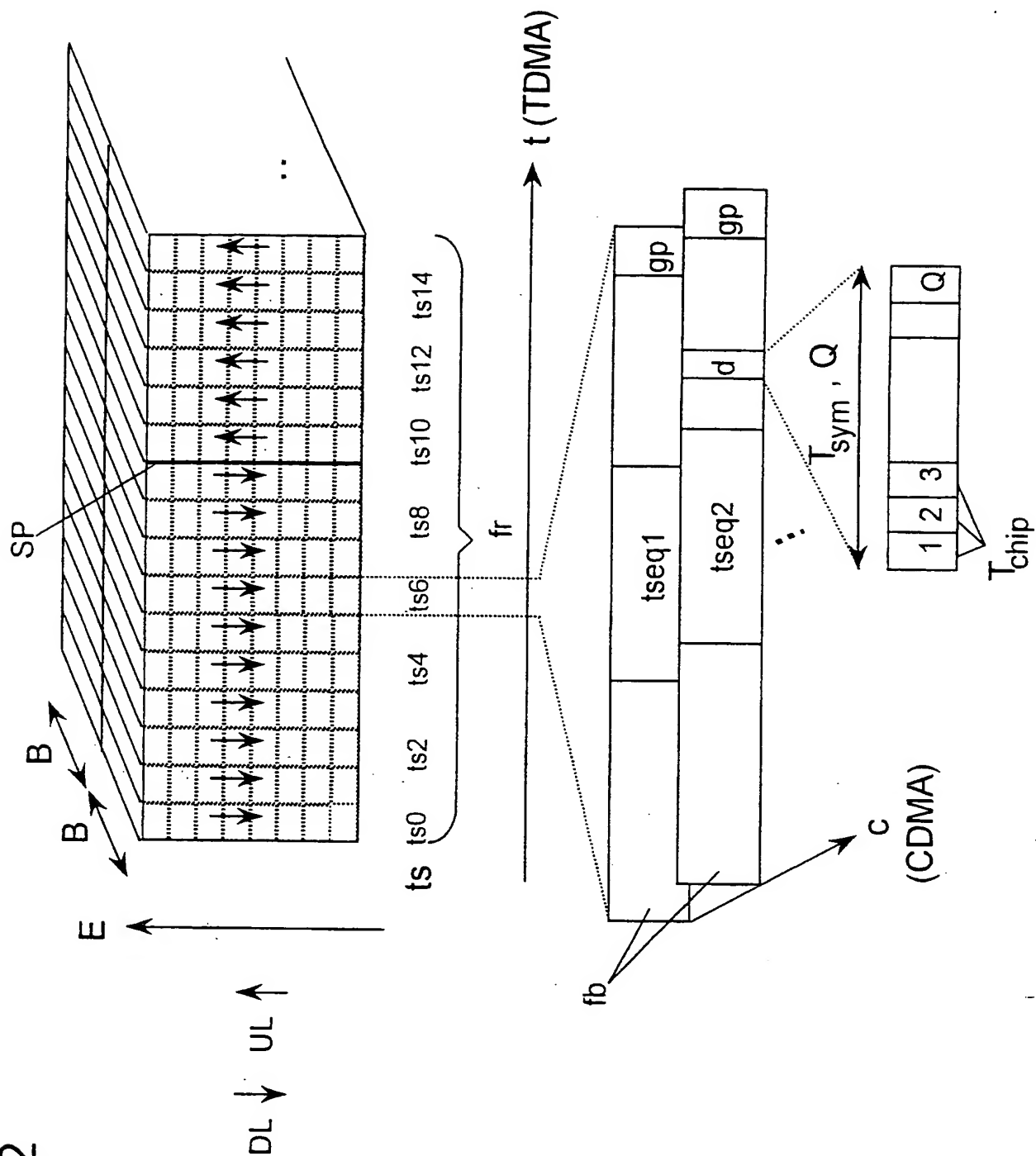
7. Teilnehmerstation (UE) eines Funk-Kommunikationssystems, das ein TD/CDMA-Teilnehmerseparierungsverfahren nutzt und bei dem eine Signalübertragung auf einer Funkschnittstelle zwischen einer Basisstationen (NB) und zumindest einer Teilnehmerstation (UE) gemäß einem TDD-Verfahren erfolgt, mit zumindest einer Kanalschätzeinrichtung zur Ermittlung einer Kanalimpulsantwort einer von der Basisstation (NB) in Abwärtsrichtung (DL) vorverzerrten und gesendeten bekannten Trainingssequenz (tseq) in einem Funkblock (fb), und einer Auswerteeinrichtung zur Auswahl eines geeigneten Empfangsverfahrens (SRF, JD, MRF) für den Empfang von Daten (d) in dem Funkblock (fb) abhängig von der ermittelten Kanalimpulsantwort.

FIG 1



(Stand der Technik)

FIG 2



3/4

FIG 4

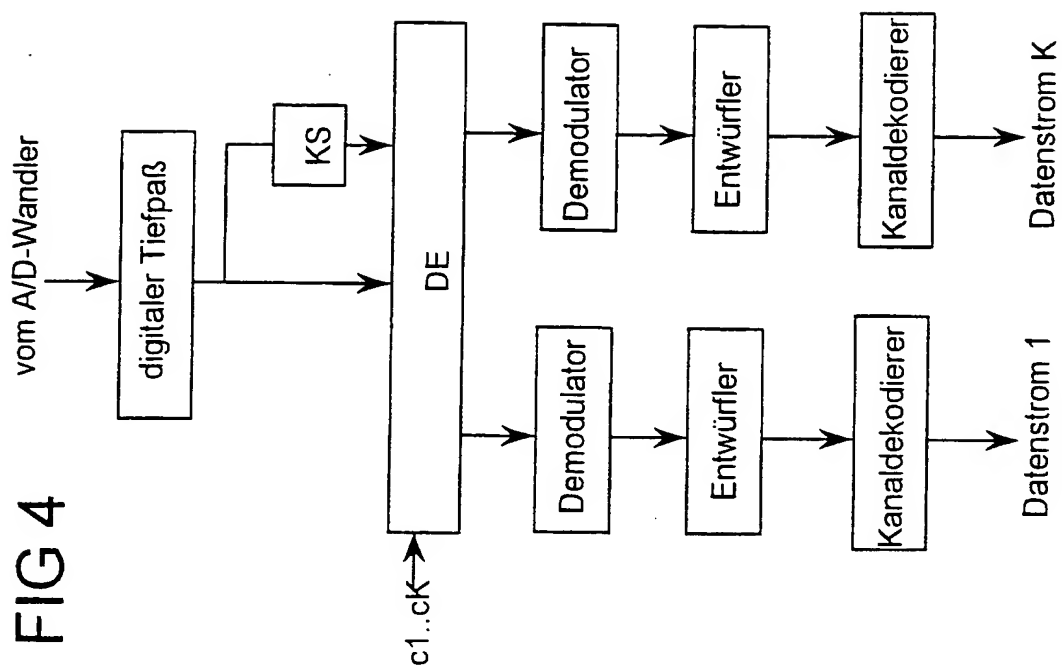
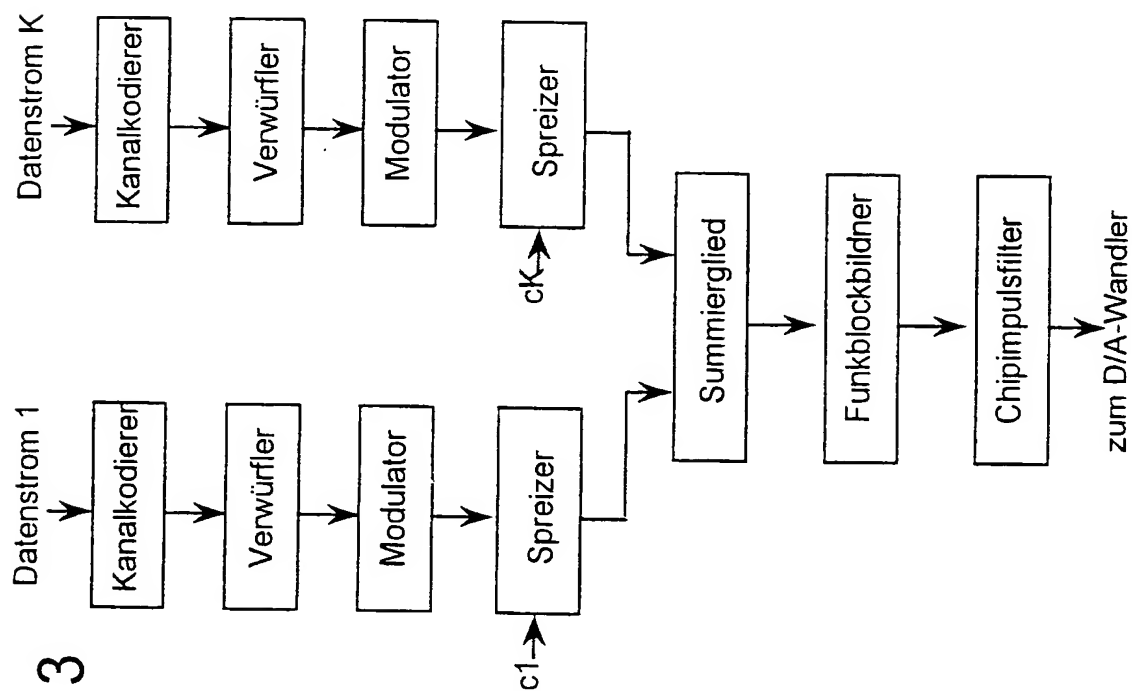
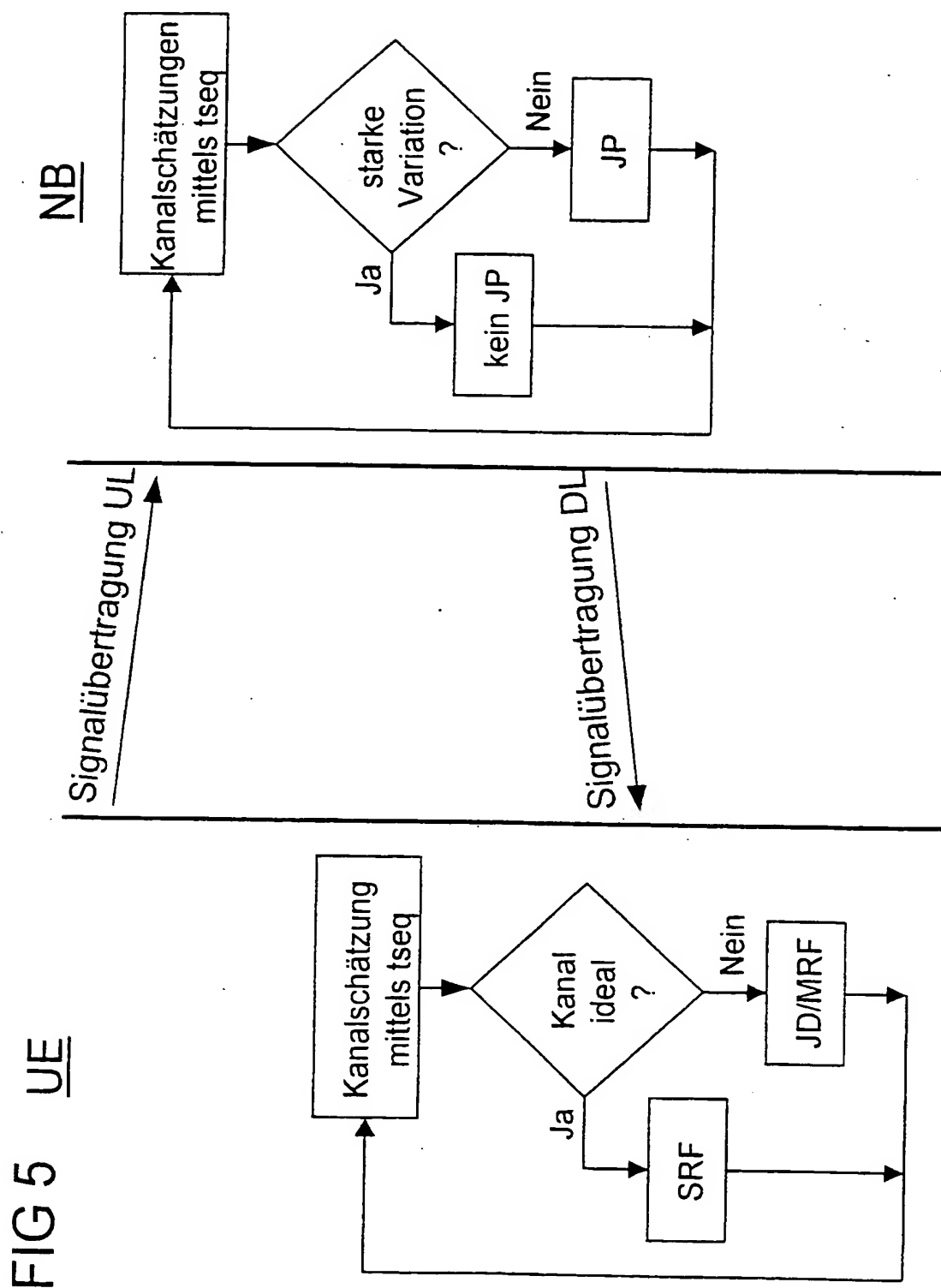


FIG 3



4/4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04062

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04B1/707 H04L25/03 H04L25/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 872 814 A (MCMEEKIN STEVEN E) 16 February 1999 (1999-02-16)	6
A	column 3, line 25 - line 47; claim 1	1
X	EP 0 415 502 A (PHILIPS ELECTRONICS UK LTD ;PHILIPS NV (NL)) 6 March 1991 (1991-03-06)	6
A	page 5, line 8 - line 13	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2001

Date of mailing of the international search report

07/05/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Amadei, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04062

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5872814 A	16-02-1999	WO 9959285 A	18-11-1999
EP 0415502 A	06-03-1991	GB 2236454 A	03-04-1991
		AU 649959 B	09-06-1994
		AU 6195290 A	07-03-1991
		BR 9004274 A	03-09-1991
		CA 2024216 A	02-03-1991
		DE 69030851 D	10-07-1997
		DE 69030851 T	20-11-1997
		ES 2104577 T	16-10-1997
		JP 3093328 A	18-04-1991
		JP 3113671 B	04-12-2000
		US 5212684 A	18-05-1993

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 00/04062

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 H04B1/707 H04L25/03 H04L25/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04B H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 872 814 A (MCMEEKIN STEVEN E) 16. Februar 1999 (1999-02-16)	6
A	Spalte 3, Zeile 25 - Zeile 47; Anspruch 1 ---	1
X	EP 0 415 502 A (PHILIPS ELECTRONICS UK LTD ; PHILIPS NV (NL)) 6. März 1991 (1991-03-06)	6
A	Seite 5, Zeile 8 - Zeile 13 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. April 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Amadei, D



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung. Die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04062

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5872814	A	16-02-1999	WO	9959285 A	18-11-1999
EP 0415502	A	06-03-1991	GB	2236454 A	03-04-1991
			AU	649959 B	09-06-1994
			AU	6195290 A	07-03-1991
			BR	9004274 A	03-09-1991
			CA	2024216 A	02-03-1991
			DE	69030851 D	10-07-1997
			DE	69030851 T	20-11-1997
			ES	2104577 T	16-10-1997
			JP	3093328 A	18-04-1991
			JP	3113671 B	04-12-2000
			US	5212684 A	18-05-1993

THIS PAGE BLANK (USPTO)